

CNOSSOS-EU UNA OPORTUNIDAD PARA AUMENTAR LA PRECISIÓN Y LA REPRESENTATIVIDAD REAL DE LOS MAPAS DE RUIDO DE CIUDADES PARA SER EL SOPORTE DE UNA GESTIÓN EFICAZ

PACS: 43.50-x, 43.15-s.

Tomás Garrido, Mónica; Bañuelos Irusta, Alberto; Giraldo Valencia, José Omar; Mateos Martínez de Contrasta, Rubén.
AAC Centro de Acústica Aplicada S.L. Parque Tecnológico de Álava, 01510 Vitoria-Gasteiz, España, 945298233, aac@aacacustica.com.

Palabras Clave: ruido, CNOSSOS-EU, precisión, ciudad, gestión.

ABSTRACT.

The CNOSSOS-EU method defines in greater detail the effect of the different variables that participate in the emission of traffic noise and that represents an opportunity for noise maps to get closer to the real characterization of urban noise, which is mostly marked by noise due to traffic, that requires to adjust each variable to the characteristics of the city. For example, the state of the pavement has a strong influence on the emission and must be considered so that the results of the noise map respond to the real situation. Another relevant aspect in the results is the effect of calculating the exposed population with the CNOSSOS-EU methodology.

This communication shows examples of results in urban areas that can be a reference to assess the impact of the considered variables and the opportunity that the new method represents to give greater credibility to the results of the noise maps and to be a better support in the action plans for decision-making and to measure the real evolution of noise in cities.

RESUMEN.

El método CNOSSOS-EU define con mayor detalle el efecto de las diferentes variables que intervienen en la emisión del ruido de tráfico, por lo que representa una oportunidad para que los mapas de ruido se acerquen en mayor medida a la caracterización real de ruido urbano, que mayoritariamente está marcado por el ruido debido al tráfico, en el que es necesario ajustar cada variable a las características de la ciudad. Por ejemplo, el estado del pavimento tiene una fuerte incidencia en la emisión, que debe ser contemplado para que los resultados del mapa de ruido respondan a la situación real. Otro aspecto relevante en los resultados es el efecto del cálculo de la población expuesta con la metodología de CNOSSOS-EU.

En la presente comunicación se muestran ejemplos de resultados en zonas urbanas que pueden ser una referencia para valorar la incidencia de las variables analizadas y la oportunidad que representa el cambio de método para dar mayor credibilidad a los resultados de los mapas de ruidos y para que sean un mejor soporte en los planes de acción para la toma de decisiones y para medir la evolución real del ruido en las ciudades.

1. INTRODUCCIÓN

AAC lleva más de 25 años elaborando mapas de ruido de ciudades, buscando aumentar progresivamente la precisión para mejorar la evaluación y hacer más consistentes los resultados con el fin de poder tomar decisiones adecuadas en los planes de acción, así como de poder evaluar los efectos de las actuaciones y medir la evolución del ruido en cada ciudad, lo que además requiere aplicar una metodología que ofrezca uniformidad en la evaluación de los niveles.

La publicación de la última versión de método CNOSSOS-EU mediante la Directiva Delegada 2021/1226 proporciona el método de referencia para la evaluación del ruido ambiental en España,

después de un periodo de transición desde su publicación inicial, en la que era evidente la necesidad de cambios, especialmente en lo que respecta a la evaluación del ruido de tráfico que es el foco de ruido principal en el ruido urbano y, por lo tanto, el que condiciona los resultados de evaluación del cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica (OCA) y de la exposición de la población al ruido que es el principal indicador para resumir la situación de la ciudad y medir la evolución del ruido ambiental en el tiempo.

La versión inicial de CNOSSOS-EU no se podía aplicar de forma directa en el caso de las evaluaciones del ruido de tráfico y que, tanto en calles urbanas como en carreteras, necesitaba incorporar correcciones. Esta situación generaba dudas sobre el método y sobre la forma de aplicarlo más cuando durante tres años ha sido método oficial en España. Pero estos problemas deben estar resueltos con el ajuste del método en su última versión de 2021 y es el momento de poner en valor la metodología de cálculo para la evaluación del ruido en ciudades.

Se abre un nuevo escenario, en el que se cuenta con un método más completo que es una oportunidad para caracterizar mejor las variables que inciden en la evaluación del ruido, especialmente en el ruido de tráfico ya que el método NMPB-96 no representaba de forma adecuada las emisiones en velocidades bajas, función imprescindible en la evaluación del ruido urbano actual.

Así se ha incluido un aumento de las categorías de vehículos consideradas, que en determinados casos puede tener incidencia, por ejemplo, en ciudades con un elevado parque de motos, o en la posibilidad de diferenciar entre camiones convencionales y largos, de forma que se ajuste mejor la emisión al tipo de vehículos pesados más habitual en calles urbanas o en determinadas carreteras.

Pero en donde se han producido los principales cambios ha sido en la forma de establecer el efecto de velocidad, del régimen de circulación, de las pendientes y del pavimento, aspectos todos ellos claves para poder ajustar la emisión a las condiciones reales de cada ciudad.

Esto supone la necesidad de ser más preciso en los datos de entrada del modelo con las asignaciones de velocidades desde 20 Km/h, con la incorporación de cruces y rotondas que pueden alterar la velocidad e incrementar el ruido de motor y con la asignación del sentido de circulación en calles con pendiente, que también debe estar bien reflejada en el modelo y que puede ser especialmente importante en ciudades con orografía compleja, donde esta variable puede tener un peso significativo que no estaba adecuadamente recogido por el método anterior.

Finalmente, el método propone una mejor definición del pavimento, diferenciando ruido de rodadura y de propulsión, lo que permite aproximar mejor la descripción de este elemento en la emisión, ya que pueden tener un efecto muy relevante en la evaluación, como se comenta más adelante.

En conclusión, se dispone de un método más detallado, que supone una ventaja para caracterizar mejor el ruido de tráfico y que, lógicamente, requiere una mejor descripción de todos los datos de entrada, lo que implica la necesidad de abordar estudios más detallados para elaborar los mapas de ruido y para que puedan proporcionar mayor precisión, de forma que es una oportunidad para que el empleo de modelos sea una metodología reconocida de forma general, por ser suficientemente precisa para describir el ruido en una ciudad y para soportar la toma de decisiones en la aprobación y desarrollo de los planes de acción.

Para ello es preciso aprovechar este potencial para ajustar los datos de entrada y la aplicación del método a las características específicas de cada ciudad, en lugar de plantear estudios teóricos uniformes, sin atender a las características propias de cada ámbito de evaluación.

2. ASPECTOS QUE INCIDEN EN LA PRECISIÓN DE LOS MAPAS DE RUIDO URBANOS

En el proceso de evaluación del ruido urbano mediante mapas de ruido hay tres etapas de actuación, en las que se influye en la precisión del resultado:

- Elaboración del modelo acústico 3D
- Definición de los datos de entrada
- Selección de los parámetros de cálculo

Es evidente que el modelo 3D reproduce el mundo real y cuanto más preciso sea, mejor contribuirá el modelo a los cálculos de la propagación del ruido, a la determinación de las pendientes o a la evaluación de los resultados.

La definición de los datos de entrada será la forma de caracterizar emisores, receptores y las características acústicas de los objetos del modelo que afectan a la propagación. Con respecto al tráfico en las calles urbanas, siempre es limitada la información disponible, pero mejorar este aspecto es una necesidad para aumentar la precisión. Pero AAC ha detectado en sus estudios que también es preciso tener un mayor detalle en la definición del pavimento, considerando el estado del pavimento además del tipo, que ya contempla CNOSSOS-EU, aunque con una base de datos reducida que se deberá ajustar a la realidad de cada ciudad.

En estudios efectuados en ciudades del País Vasco, ya se observó que esta variable tenía una incidencia importante [1], que se resume en los gráficos siguientes que muestran que las emisiones de CNOSSOS-EU eran apropiadas para calles con pavimentos en buen estado, es decir pavimentos con no muchos años de antigüedad. Ante este resultado, AAC ha profundizado en esta línea confirmando que el pavimento presenta, para un mismo tipo, diferencias importantes en la emisión de ruido, que se deben a su estado de conservación y que pueden modificar sensiblemente los resultados de la evaluación. Por ello, un estudio que pretenda obtener un mapa de ruido detallado y valorar la situación real de la exposición al ruido de la población, debería caracterizar esta variable en cada ámbito de estudio y adecuar la emisión a la situación real, aunque sea de forma aproximada.



Figura 1 - Resumen de resultados en evaluaciones de emisión de tráfico urbano: efecto de pavimento [1]. Arriba, resultados totales, abajo diferenciación por estado del pavimento.

El efecto negativo de incremento de niveles puede ser similar o incluso, superior, al efecto positivo de reducir velocidades, por lo que el control de la emisión evitando el deterioro de los pavimentos puede ser una línea principal de gestión del ruido en los planes de acción, ya que se

en general, se trata de un porcentaje elevado de calles en las que se da un incremento de niveles elevado con respecto a la previsión del método para el tipo del pavimento.

En esta situación, si se quiere evaluar con un mínimo de precisión el ruido de tráfico en las calles urbanas y en las carreteras parece tan importante caracterizar el estado del pavimento como la intensidad de vehículos o la velocidad, ya que puede influir en gran medida en el resultado y en los nuevos cálculos de indicadores sobre efectos del ruido en la salud.

El hecho de que CNOSSOS-EU sea un método más detallado, en el que se contemplan los efectos de las diferentes variables e incluso se diferencia entre el ruido de propulsión y el ruido de rodadura, ofrece posibilidades para ajustar la emisión a las características locales y presentar resultados que realmente reflejen el ruido ambiental en la ciudad para servir de referencia para las acciones de mejorar efectivas, lo que respaldará el empleo de esta metodología en la evaluación del ruido y le dará una mayor seriedad a la obtención de mapas de ruido y a los planes de acción.

Finalmente, en este proceso hay un tercer aspecto a considerar, que es el aumento de precisión en el establecimiento de los parámetros de cálculo, una necesidad si se pretenden caracterizar mejor la exposición a niveles bajos para calcular adecuadamente los indicadores sobre los efectos del ruido en la salud, que se trata en otra comunicación a este congreso [2]. Este aumento en la precisión en niveles bajos va a influir en aumentar los tiempos de cálculo y en las exigencias técnicas a los modelos informáticos, pero que con el desarrollo creciente de los medios informáticos no debieran ser un problema y modelos como SoundPLAN tienen los medios para poder contribuir a estas mejoras en la evaluación.

Una vez obtenidos los resultados de niveles sobre el terreno y en la fachada de los edificios, que lógicamente debieran ser a 2 m sobre el terreno y en todas las alturas de los edificios con receptores sensibles para que se ajuste a la realidad de la ciudad, la forma de cuantificar la población expuesta a diferentes niveles adquiere también relevancia, porque CNOSSOS-EU ha planteado un cambio en la forma de hacer esta evaluación que, al menos, puede requerir análisis específicos de su representatividad en la precisión de los resultados de la evaluación de un mapa de ruido urbano mediante los indicadores que resumen la afección a la población.

3. INFLUENCIA DEL EFECTO DEL PAVIMENTO EN LA EMISIÓN

AAC ha realizado diferentes análisis sobre este variable, constatando que en calles urbanas se pueden dar diferencias del orden de 4-5 dB(A) en función del estado del pavimento, confirmando las evaluaciones previas. También, que estas diferencias se mantienen, quizás ligeramente atenuadas, aunque se adopten limitaciones de la velocidad de 50 km/h a 30 km/h.

Aunque se trata de un tema complejo, se presentan a continuación algunos ejemplos que permiten respaldar la importancia de esta variable cuando se pretende aumentar la precisión en la evaluación y el análisis de las causas del ruido urbano.

En la gráfica siguiente se muestra el resultado de analizar el efecto del pavimento en cuatro pavimentos diferentes a velocidades del tráfico urbano, con un mismo vehículo mediante mediciones del nivel de pass-by. Los pavimentos 1 y 2 son pavimentos con varios años, pero aparentemente en buen estado, mientras el pavimento 3 muestra ya un desgaste considerable y el pavimento 4 muestra un pavimento en mal estado con deformaciones como grietas.

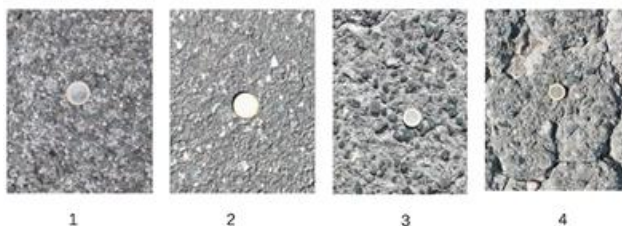


Figura 2 – Estado de los pavimentos contemplados.

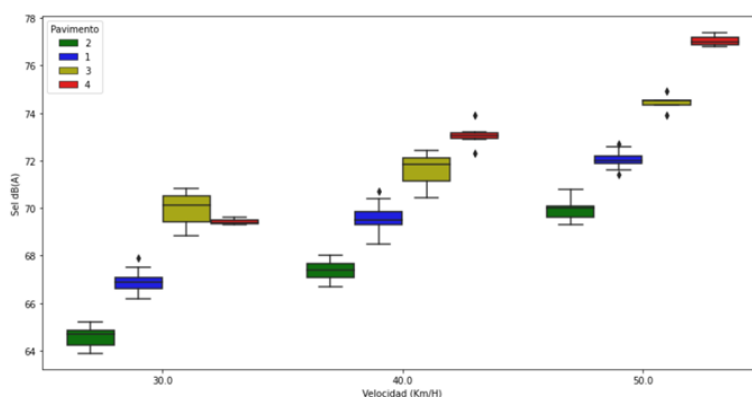


Figura 3 - Efecto del pavimento en el ruido del tráfico: método CPB

Los resultados muestran que salvo en el pavimento 4, deformado, el efecto de velocidad no influye sensiblemente en la diferencia de niveles entre los pavimentos, por lo que la relevancia del estado del pavimento se mantiene también en zonas 30.

El análisis es complejo, porque aparte de cambios en nivel se pueden producir también cambios en el espectro, como se aprecia en el gráfico siguiente, pero en todo caso es una línea en la que se debe avanzar para mejorar la precisión en la evaluación del ruido de tráfico y establecer las variables sobre las que actuar para reducir su impacto.

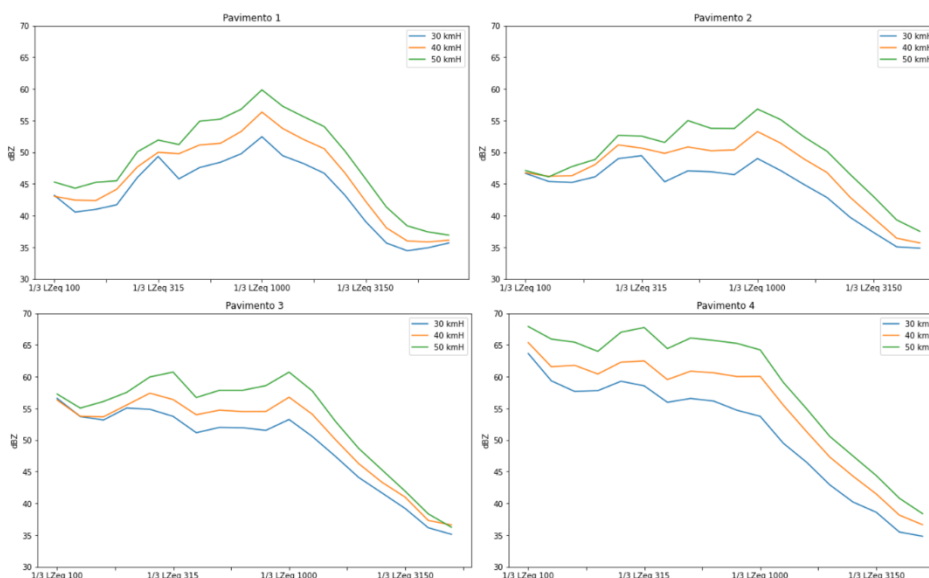


Figura 4- Efecto del pavimento en el espectro en frecuencia

Las diferencias en la emisión en función del estado del pavimento suponen que si a todas las calles de una ciudad con un mismo tipo de pavimento se aplican las mismas condiciones de cálculo, se estará distorsionando las emisiones reales del tráfico viario en valores importantes que van a afectar a la evaluación y, en general, se estarán minusvalorando los niveles en un porcentaje significativo de calles. Además, se estará eliminando el efecto de una importante variable en la gestión del ruido urbano, como es el adecuado mantenimiento del pavimento desde criterios de ruido ambiental, que también es aplicable a las carreteras.

Para poner en contexto estos cambios, hay que considerar que las diferencias en la emisión por el estado de conservación del pavimento pueden suponer incrementos de la emisión en el ruido de tráfico viario superiores a efectos como doblar la intensidad de tráfico o de limitar la velocidad de 50 a 30 km/h. Por ello, en ausencia de datos y con el fin de evitar sus efectos en la evaluación y en la gestión, se propone disponer de un coeficiente de seguridad en el ruido de rodadura, que

se podrá ir ajustando o eliminado en la medida que se disponga de información específica sobre la influencia del estado de pavimento de las calles en su emisión.

Si con NMPB-96 era necesario corregir la emisión a velocidades bajas para evitar sobrevalorar niveles, con CNOSSOS-EU en el tráfico viario es recomendable evitar el efecto contrario, minusvalorar niveles que, en este caso, pueden llevar a valoraciones excesivamente positivas que por la metodología de evaluación oculten situaciones que requieren reducir el impacto. CNOSSOS-EU permite manejar estas situaciones adecuando el efecto de los pavimentos a situaciones reales o de seguridad.

Con respecto a la emisión en carreteras, en diferentes estudios elaborados por AAC también se han observado diferencias del orden de 3 a 5 dB(A) con respecto al pavimento tipo de la carretera y que son atribuibles al estado del pavimento en situaciones sin pavimento deformado, aunque, por otras razones, es probable que el impacto del estado del pavimento en la emisión sea menor que en el medio urbano, pero debiera ser también una variable a tener en cuenta.

4. INFLUENCIA DEL EFECTO DE CRUCES Y ROTONDAS

CNOSSOS-EU incorpora el efecto de cruces y rotondas para tener en cuenta los cambios de régimen de circulación frente a la velocidad uniforme. AAC ha analizado su efecto, concluyendo que, aunque en ocasiones parece querer descartarlo, su consideración afecta en los resultados de un MER. Es especialmente significativo en zonas con velocidad máxima permitida de 30 km/h, pero en todo caso va a depender de la velocidad y del tipo de pavimento, por lo que debe ser una variable obligatoria en una evaluación que pretenda ser precisa.

Los efectos se manifiestan, lógicamente, cerca de los cruces, donde se identifican en situaciones urbanas convencionales, incremento del orden de 2 dB(A) para calles con asfalto convencional y 30 Km/h de velocidad, que puede tener una repercusión en los resultados globales de la ciudad.

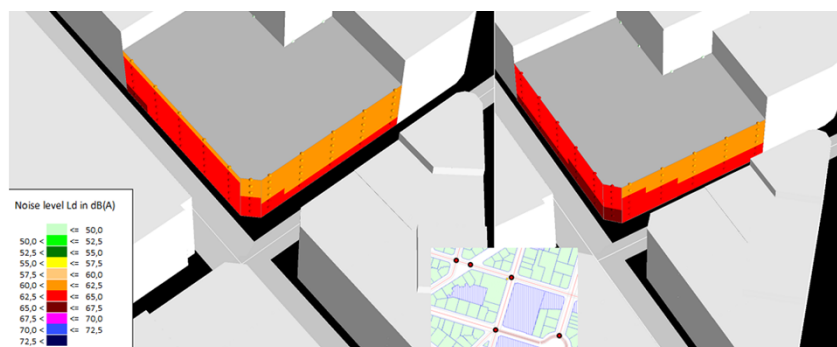


Figura 5- Efecto de la presencia de cruces. Vel.: 30 Km/h. Izq.: sin cruce. Dcha. Con cruce

4. INFLUENCIA DEL MÉTODO DE CALCULO DE LA POBLACIÓN EXPUESTA

La metodología que se utilice para evaluar la población expuesta al ruido influye de forma importante en el resultado de los principales indicadores de evaluación del mapa de ruido, como puede ser la población expuesta a niveles por encima del OCA.

Para analizar esta influencia se consideran en este análisis el efecto de tres variables, no considerando en esta comparación el efecto de número de receptores, porque ya se está requiriendo ir a distancias entre receptores relativamente cortas:

- Detalle en la definición de los edificios
- Altura de los receptores para la evaluación
- Método de reparto de la población en los receptores

El detalle con el que se modelizan los edificios afecta tanto en la descripción de la altura de los edificios como en la asociación de la población a los edificios. En el presente apartado se realiza

una comparativa contemplando dos tipologías de edificios: seleccionando los edificios individuales, subparcelas, con su altura y población asociada a cada edificio (figura 6, izquierda) o que en el modelo acústico se establezca como unidad de edificio la manzana considerando la altura media de las subparcelas, y asignando la población total de las subparcelas (figura 6 derecha). Aunque se asocie a ellos la misma población total, el detalle con el que se hace puede cambiar los resultados; efecto que, además, se puede ver incrementado en función del método que se utilice para asignar la población en los receptores considerados del edificio, como se comenta abajo.

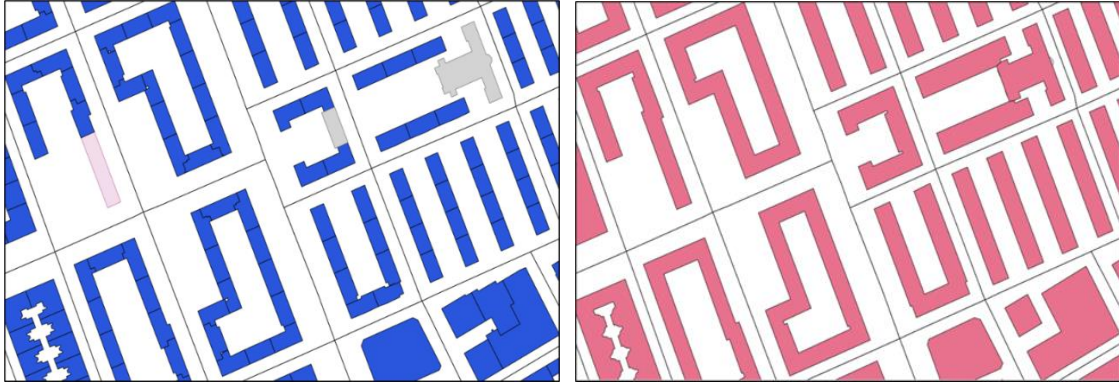


Figura 6. Grado de detalle de edificios en el modelo: Izq.: Edificio individual. Dcha.: Manzana

La segunda variable es la ubicación de los receptores en altura en el edificio para evaluar los niveles en fachada. Si se considera el criterio de los mapas estratégicos de ruido, sólo se contemplan receptores a 4 m de altura sobre el terreno, pero parece más representativo distribuir los receptores en todos los pisos de cada edificio. Es evidente que, desde el criterio de precisión de los resultados, la evaluación a 4 m de altura en muchas situaciones distorsiona la evaluación de la situación real (Figura 7).

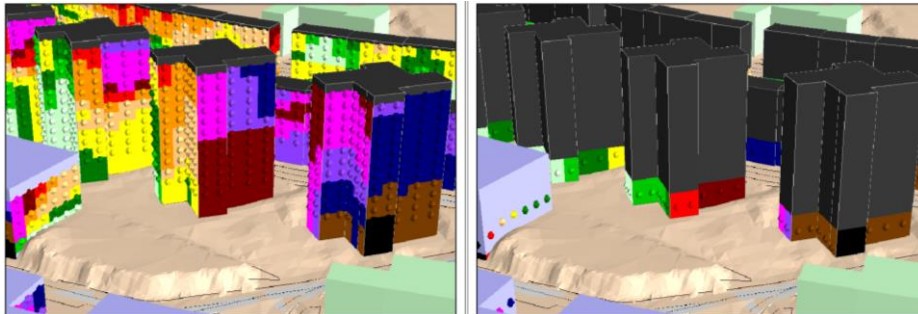


Figura 7 - Mapa de fachadas. Izq.: Valoración a todas las alturas. Dcha.: Valoración a 4 metros.

La tercera variable es la metodología que se utilice para repartir la población del edificio entre los receptores establecidos para calcular los niveles de ruido en fachada del edificio para cada índice de ruido.

Hasta la aprobación de la última versión de CNOSSOS-EU el criterio más habitual en España ha sido repartir la población de forma proporcional a la parte de fachada que representaba cada receptor.

Pero CNOSSOS-EU establece varias metodologías para reparto de la población de cada edificio (aquí influirá ya el grado de detalle en la definición del edificio):

- Caso a) Si las viviendas están dispuestas dentro de un edificio de forma que solo tienen una fachada expuesta al ruido: se distribuye de manera ponderada en cada receptor.
- Caso b) Si no se conoce cómo están dispuestas las viviendas dentro del edificio o se desconoce cuántas fachadas de las viviendas están expuestas: sólo en los receptores calculados que están por encima de la mediana de la distribución de niveles de ruido obtenida. De forma, que no se asocia población en los receptores con niveles de ruido más bajos en el edificio.

En una ciudad lo común es que la información disponible no permita saber dónde se ubican las viviendas dentro de cada edificio, por lo que habría que utilizar el caso b). Esta situación mayoría la evaluación de la población expuesta respecto al método anterior, pero será más o menos representativa en función de las características de los edificios y de su grado de detalle en la definición. Es evidente que con definiciones de tipo manzana, esta metodología en muchas situaciones urbanas va a ser escasamente representativa.

Finalmente, otra opción utilizada en algunos MER anteriores es asignar toda la población del edificio al receptor más expuesto, lo que lógicamente aumenta el resultado de la población expuesta. De nuevo esta situación sólo tendrá sentido en el caso de una definición muy detallada de los edificios, puesto que tiene poco sentido asociar la población de una manzana al receptor de mayor nivel.

Por lo tanto, una consecuencia de los métodos de asignación que establece CNOSSOS-EU es la necesidad de utilizar una definición muy detallada de los edificios para poder aplicar los métodos que propone con una mínima representatividad de la situación real.

Se han comparado estas variables en el cálculo de una situación urbana convencional, con el fin de mostrar un ejemplo de la repercusión que tiene la selección de estas variables en la elaboración de los mapas de ruido urbano, aunque, lógicamente, los resultados cambiarán en función de las características urbanas de cada caso.

En la tabla 1 se presentan los resultados de la población por encima del OCA para el índice L_n ($L_n > 55$ dB(A)), en función de que coloquen receptores sólo a 4 m sobre el terreno o en todas las alturas y del grado de detalle en la definición de los edificios en el modelo: edificio o manzana. En este caso se asume un reparto proporcional de la población en todos los receptores.

Es evidente que la valoración en altura pueden modificar de forma significativa los resultados, pero también que desglosar las manzanas en edificios individuales, va a tener una repercusión significativa.

Tabla 1 – Comparación del efecto de la altura de los receptores y del detalle en los edificios

$L_n > 55$ dB(A)	EDIFICIO		MANZANA	
	4 m	En Pisos	4 m	En Pisos
Met. Uniforme VBEB	47	97	162	111

El resultado es que se obtienen resultados muy diversos para la evaluación de la misma zona, en función de la precisión en la definición de los edificios y de la distribución de receptores en el edificio por ambas variables: altura de evaluación y detalle en la definición de los edificios

Para analizar el efecto del método que se aplique en la asignación de la población a los receptores, se comparan los tres métodos considerando sólo para la opción de receptores a 4 m de altura sobre el terreno. El resultado muestra la importancia de utilizar un detalle de edificio individual en la modelización porque en este caso, con la metodología de CNOSSOS-EU caso b) receptores por encima de la mediana, casi se dobla la población expuesta, pero si se utiliza la del receptor máximo, la población se triplica. Pero es que incluso con un detalle alto en la definición de edificios los cambios son notorios entre las tres opciones de asignación de la población.

Observando los resultados de la tabla 2 es evidente que plantear el modelo acústico con edificios de dimensiones de manzana no tienen ninguna representatividad, por lo que no es admisible este grado de detalle en los modelos para elaboración de MER.

Tabla 2 – Comparación del efecto de la altura de los receptores y del detalle en los edificios

$L_n > 55$ dB(A)	4 m	
	EDIFICIO	MANZANA
Met. Uniforme VBEB	47	162
Met. Mediana	87	323
met. Máximo	150	953

Pero este análisis plantea una consideración adicional con respecto a la metodología de reparto de población de CNOSSOS-EU: si es evidente que es necesario efectuar la evaluación de niveles en fachada a todas las alturas cuando se busca precisión en los modelos y que sean representativos de la situación real para soportar la toma de decisiones en los planes de acción y para medir la evolución de las actuaciones que se adopten, ¿cómo se aplica el método CNOSSOS-EU de reparto de población con cálculos en altura?

Porque si se toman los receptores por encima de la mediana, puede suceder que los receptores que se contemplen sean los de unas determinadas alturas, las más expuestas, con lo que se pierde el efecto de distribución sobre el edificio para considerar sus diferentes niveles de exposición. Pero, además, ya no tendría una base en la consideración de que los receptores seleccionados pueden representar la exposición de las fachadas más expuestas de una vivienda, que es lo que se quiere evitar al no realizar la evaluación con el reparto proporcional en todos los receptores, porque una misma vivienda no va a estar en el primer piso y en, por ejemplo, el quinto.

Por lo que parece más razonable utilizar el criterio de distribución equitativa y ponderada de la población en cada receptor (método VBEB), que además coincide con el establecido en CNOSSOS-EU para el caso a) (si las viviendas dentro de un edificio tienen solo una fachada afectada), y es coincidente también con el que establecía la primera versión del método CNOSSOS-EU de la Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión de 19 de mayo de 2015.

En cualquier caso, existe una obligación normativa para la aplicación del criterio CNOSSOS-EU que en las ciudades tiene que ser según el caso b), para elaborar los resultados oficiales de un MER. Pero para poder reflejar la situación real de la ciudad evaluando los niveles de ruido a todas las alturas, parece lógico seguir manteniendo el criterio de reparto proporcional en todos los receptores del edificio, porque para aplicar el criterio CNOSSOS-EU, sería necesario definir como edificio individual cada planta de cada edificio, lo que parece un grado de detalle innecesario.

Esta situación en los mapas de ruido urbano, llevan a la paradoja de que se aplica un método de cálculo cada vez más complejo y completo, que requiere un mayor detalle en la definición de todos los elementos que intervienen en la evaluación, incluido el grado de detalle de los edificios, pero cuyos resultados oficiales (MER) sólo sirven para estadísticas nacionales o europeas, porque no sirven para la gestión del ruido en la ciudad, que requiere la evaluación en altura y modificar el criterio de cálculo de la población expuesta, para ofrecer resultados muy diferentes a los que puede proporcionar el MER oficial.

5. CONCLUSIONES

La evolución en la gestión del ruido en ciudades requiere aumentar la precisión de los mapas de ruido urbano, aprovechando el mayor detalle en la caracterización del ruido con el método CNOSSOS-EU, lo que puede reforzar la valorización de los mapas de ruido como herramienta principal de evaluación.

En este contexto, un elemento principal a incluir es el estado del pavimento y su repercusión en la emisión del ruido, por lo que cada ciudad debería establecer sus adaptaciones locales a la emisión, ya que es una variable que influye en los resultados del mapa de ruido y en la precisión con la que el modelo representa la situación real, aparte de ser una causa importante en el análisis de la emisión y, como consecuencia, una variable que debe ser prioritaria en los planes de acción del ruido urbano, que también debiera extenderse a las carreteras. En ausencia de esta información, se propone establecer un coeficiente de seguridad en la emisión por el ruido de rodadura, que evite minusvalorar los resultados y que fuerce a considerar el mantenimiento de los pavimentos desde criterios de ruido, como una actuación a incluir en los planes de acción.

La experiencia de AAC en la aplicación de CNOSSOS-EU también ha mostrado que es importante considerar el efecto de cruce porque tiene un efecto significativo especialmente en

las zonas 30, donde la posición del cruce incrementa los niveles en su entorno de forma que, la inclusión de este efecto en la modelización afecta a los resultados de exposición al ruido de la población.

Finalmente, siendo evidente que, en la mayoría de las ciudades, es necesario adoptar evaluaciones de niveles en fachada en todas las alturas, parece necesario diferenciar entre MER oficial para responder a la legislación y MER real para la gestión del ruido, donde aparte de cambiar el cálculo de niveles en fachada, parece conveniente cambiar el criterio de cálculo de la población expuesta, aunque presente el riesgo de poder minusvalorar ligeramente los resultados, porque el reparto proporcional de población en todos los receptores es el que va a ofrecer un resultados menos sesgado del indicador de afección de la población, tanto cuando se toman como referencia los OCA como cuando se calculen los indicadores de efectos sobre la salud. Lo que implicará que el MER oficial pueda proporcionar resultados diferentes al MER de gestión, mientras los MER oficial a nivel europeo sigan siendo solo resultados simplificados con un fin puramente formal, a pesar del aumento de las exigencias en la modelización y el cálculo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las entidades que han financiado y/o subvencionado proyectos de I+D+i en los que se han efectuado desarrollos que han incluido las evaluaciones realizadas así como los desarrollos de los procesos que nos están permitiendo mejorar la precisión en la evaluación del ruido urbano.

Proyecto Arza-Tik (2016-2018) financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial mediante fondos procedentes de los Presupuestos Generales del Estado del Ministerio de Economía y Competitividad.

Proyecto NoisEnv4.0 (2019-2021) que ha sido objeto de ayuda en el programa HAZITEK con cargo al presupuesto de gastos del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS

- [1] Bañuelos-Irusta, Alberto; Bañuelos-Arteagoitia, Oier; Tomás-Garrido, Mónica; Rodríguez-Villota, Juan Camilo. Measurements on Real Urban Traffic Noise Demand Higher Accuracy on Local Data to Get a Representative Application of Cnossos-EU. INTERNOISE 2019.
- [2] Arias Morales, Nefersson; Bañuelos Irusta, Alberto; Tomás Garrido, Mónica; Baroja Andueza, Unai; Mateos Martínez de Contrasta, Rubén. *Exigencias a los parámetros de cálculo para obtener indicadores representativos de efectos sobre la salud*. Tecniacústica 2022.